

天津翔悦

天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格  
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

## 机组性能优化管理系统在我厂#1机组的实施

青岛发电厂 王洪波 韩明 李天光

**【摘要】** 通过对优化管理项目各个阶段工作进行总结, 简要介绍优化调整试验、基准试验、数学模型建立、阶段设计、现场使用情况及存在的遗留问题, 为系统进一步完善和推广做准备。

**【关键词】** 优化管理 试验 数学模型 优化系统

随着我国国民经济的发展, 电力工业作为国民经济的基础产业近年来得到迅猛发展, 目前电力工业正逐步走向市场经济, 发电厂在电力市场中如何提高机组实际运行的经济性, 降低发电成本, 对促进节能降耗、提高火电厂的经济效益及增强发电厂在电力市场中的竞争力具有现实意义。机组优化管理工作正是为提高机组经济性而开展的极有价值的工作。

我厂于2001年7月开始进行1号机组的优化管理工作, 其目的在于通过机组优化调整试验、寻找机组经济运行方式, 最终建立一套机组在线监测系统, 对机组性能实现在线监测及动态耗差分析, 以优化运行管理, 并建立机组新的运行优化管理体系, 提高机组效率, 降低机组煤耗。目前我们已完成了1号机组的优化试验及在线监测系统。在此基础上建立的运行优化管理体系也进入实施阶段, 并开始在运行管理中发挥作用。下面简要介绍1号机组优化管理项目在我厂的实施。

### 1 性能优化工作的立项及优化管理体系的建立

我厂1号机组为国产引进型300MW机组, 汽轮机为上海汽轮机厂引进美国西屋公司技术生产的N300-16.7/538/538一次中间再热凝汽式汽轮机, 锅炉为上海锅炉厂引进技术生产的SG-1025/18.3-M833控制循环汽包锅炉。机组主要性能设计指标为: 汽机热耗7921kJ/k. Wh; 锅炉效率91.0%。为了进一步提高机组效率、降低机组煤耗, 使机组的运行水平更上一个台阶, 争创国内一流水平, 我们决定进行1号机组优化管理项目。

优化管理是一项对机组性能及运行管理水平进行不断提高和完善的工作, 经过多次讨论, 反复研究, 最后确定了1号机组性能优化管理项目主要包括以下内容:

- (1) 建立机组优化运行新体系, 提高机组管理水平
- (2) 优化调整试验确定机组运行基准
- (3) 研制性能在线监测系统
- (4) 在线指导机组运行, 实施优化运行考核

## 2 优化试验及机组优化运行方式的确定

### 2.1 机组摸底试验工作

优化管理工作首先应该了解优化对象，掌握机组性能及运行情况，以便于分析影响机组供电煤耗的主要因素，确定优化调整目标。为此我们在对机组设计、调试及运行情况收集资料的基础上进行了摸底试验。按运行人员习惯方式分别在四个工况点（300MW、240MW、200MW、165MW）进行性能摸底。通过摸底试验的性能计算及耗差分析主要发现了如下问题：

(1) 机组在整个调峰过程中（300MW~165MW）采用定压运行方式，不太合理，尤其在中低负荷，降低了机组运行经济性；

(2) 部分测点测量值不太准确，需要在大修中重点校验，如给水流量；一级过热器喷水流量等。

(3) 凝汽器清洁状况不良，严密性较差，对机组经济性有影响；

(4) 空预器出口氧量、排烟温度测点位置不理想；

(5) 锅炉风量设置普遍较小，容易造成缺氧燃烧，将影响锅炉的安全性及经济性；

(7) 运行时就地氧量与表计有一定的偏差，实测氧量比运行表计显示氧量值偏大，造成实际风量控制的偏差；

(7) 根据机组性能优化管理系统的要求，需加装测点：补水流量、飞灰含碳量、循泵电流等。

### 2.2 优化试验调整工作

优化试验调整是整个优化的关键工作，其目的主要是通过试验发现现有设备不完善之处，重点在于通过试验调整优化主辅设备的运行方式，确定机组基准运行方式。我们主要进行了如下的优化调整试验。

汽机变压运行优化试验：通过该试验我们确定了各个工况点最佳压力值，最终得出汽机最佳运行压力控制方式。汽机滑压运行方式为：200MW以上，定压运行；200MW以下，三阀（阀位为3+28%左右）滑压运行。

氧量（总风量）调整试验：额定负荷下经试验比较，氧量可控制在3.1%，相应的总风量280M<sup>3</sup>/s左右；240MW负荷下，氧量控制在3.93%左右，相应总风量240M<sup>3</sup>/s左右；200MW负荷，氧量4.84%左右，相应总风量200M<sup>3</sup>/s左右；165MW负荷，氧量5.60%左右，相应总风量177M<sup>3</sup>/s左右。

最低氧量试验：试验测定在300MW负荷下，当氧量小于1.7%时，一氧化碳含量迅速上升，其含量大大超出锅炉安全运行允许值。因此确定300MW时，最低氧量不能小于1.7%（此时表计氧量2.0%左右，总风量235M<sup>3</sup>/s左右）。

大风箱——炉膛压差试验：为改善四角切圆燃烧工况，提高锅炉整体运行经济性，可适当降低大风箱——炉膛压差。在额定负荷下，保持配风方式不变，大风箱——炉膛压差从600Pa降至500Pa，165MW负荷下，大风箱——炉膛压差从350Pa降至250Pa。

风门开度试验：为保护燃烧器喷嘴，同时提高锅炉运行的经济性，300MW负荷下，燃料风门挡板开度设定55%左右。额定负荷下燃料风门挡板开度设定80%左右。

## 2.3 优化基准参数、指标的确定

可控参数基准值确定原则：根据优化调整试验及基准试验数据确定。可控参数包括：主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽温度、高压缸效率、小机耗汽率、排汽压力、给水温度、过热器减温水量、再热器减温水量、厂用电率、氧量、排烟温度、空预器出口CO、飞灰含碳量等。

不可控参数基准值确定原则：根据制造厂设计参数确定。不可控参数包括：中压缸效率、1~3号高压加热器上下端差、凝结水过冷度、再热器压损、补水率等。

汽轮机热耗、厂用电率、供电煤耗基准值确定原则：由试验热耗、试验锅炉效率进行所有相关参数修正（修正到基准值）得到汽轮机热耗基准值、锅炉效率基准值，从而得到供电煤耗基准值。

## 2.4 性能计算及耗差模型确定

### (1) 机组性能计算

为了确保在线系统性能计算的准确性，建立正确的汽机、锅炉性能及耗差分析模型是一个必须解决的问题。机组性能计算模型主要包括了现场测点数据的选择、采集数据的识别及修正、汽机高、中压缸效率计算、汽机热耗计算、锅炉效率计算及机组煤耗计算。

在参数测点的识别方面我们采用优化试验结果及机组设计数据确定机组主要参数的基准值，并以此为标准对实际参数进行判别，超过一定的上下限将提供参数报警供运行、热控人员处理，同时对数据进行处理以保持正常的计算及耗差计算。在参数的选择上，为了适应机组性能在线计算的特点，热力系统计算流量采用主蒸汽流量，确保机组性能的实时性。

汽机高压缸效率根据汽机进汽(即汽机调门进口)及高压缸排汽参数进行计算，即计算出来的高压缸效率为包括汽机调门在内的高压缸效率。中压缸效率根据中压缸进汽和中压缸排汽参数进行计算。汽机热耗根据汽轮发电机功率和进入汽机净热量值进行计算。锅炉性能计算采用反平衡方法进行计算。

机组煤耗有发电煤耗和供电煤耗二种。计算机组发电煤耗根据汽机热耗、锅炉效率进行。计算机组供电煤耗还需要计算机组厂用电率。机组供电煤耗计算公式如下：

$$bg = \frac{HR \times 1000}{\eta_{gl} \times \eta_{gd} \times (1-e) \times 29310} = \frac{bf}{1-e} \quad (\text{g/kWh})$$

其中：  $HR$  —— 汽机热耗 (kJ/kW.h)

$\eta_{gl}$  —— 锅炉效率 (%)

$\eta_{gd}$  —— 机组管道效率，取99%

$e$  —— 机组厂用电率 (%)

$bg$  —— 机组供电煤耗 (g/k.Wh)

### (2) 机组性能耗差分析

机组耗差分析建模研究是我们优化管理中模型建立的重要组成部分。汽机透平系统、锅炉燃烧系统及机组热力系统参数、性能对煤耗的耗差分析主要根据机组设计数据、优化试验数据进行计算，求出各参数、性能对煤耗的影响系数，然后在线计算运行值与基准值的偏差，再与影响系

数、煤耗一起计算各参数、性能对煤耗的耗差 $\Delta b$ 。计算公式如下：

$$\Delta b = \Delta x \times k \times b_{\text{base}}$$

其中：

$\Delta x$ ：参数 $x$ 的运行偏差值，计算公式为 $\Delta x = x_{\text{实际运行值}} - x_{\text{参数基准值}}$

$k$ ：参数 $x$ 对应的对煤耗的影响系数。即单位参数 $x$ 变化对煤耗的影响率。

$B_{\text{base}}$ ：机组煤耗基准值

### (3) 机组经济性考评

传统的机组小指标考核是把机组热力系统运行的主要可控因素分解成若干单项指标，以设计值或统计先进值作为目标，以小指标的完成率作为考核机组运行经济性优劣的标准。在实际使用中，这一方法往往不能真实反映机组运行的实际水平。其原因有两个方面：一是单元机组运行的经济性是由各运行参数共同作用决定的，小指标不能全面反映各参数之间的相互影响，具有一定的片面性；二是机组在调峰运行中各小指标的目标值是随负荷呈非线性变化，小指标统计不能反映动态变化过程，缺乏合理性。只有机组的供电煤耗才是反映机组运行性能的综合指标。机组性能优化管理系统中可实现优化指标动态管理，主要考核机组运行煤耗与基准煤耗的偏差，在监测系统中采用煤耗考核系数进行运行考核，从而真正考核运行人员的实际水平。具体计算公式如下：（式中 $b_{j\_g}$ 为机组优化试验确定的基准供电煤耗）

$$k = \frac{b_g}{b_{j\_g}}$$

可控耗差统计值是考核运行的另一种可行方法：

$$\Delta b_{\text{考核}} = \sum \Delta b_{\text{可控}}$$

## 3 优化在线监测系统的主要功能及特点

通过大量的优化试验，确定了机组的优化运行方式，在此基础上我们开发出优化在线监测系统。优化在线监测系统运行环境基于我厂现有的MIS环境，服务器以WINDOWSNT V4.0 for serve为操作系统，Microsoft SQL V7.0作为数据库服务，以DELPHI4.0作为应用软件开发平台。工作站采用中文WINDOWS 98、SQL SEVER V7.0、DELPHI 4.0，所有人机界面均以中文方式出现。

主要包括如下功能：

- (1) 数据采集。通过MIS系统局域网采样实时数据。
- (2) 系统流程。实时显示热力系统主要流程画面及有关参数、耗差。
- (3) 性能计算及耗差分析。实施性能及耗差在线计算功能。
- (4) 最佳工况。记录实际运行中各个负荷段的最佳工况。
- (5) 数据统计。计算以考核系数为基础考核的月、班统计值。
- (6) 数据查询。可以查询二年内任一天、任一信息的数据。
- (7) 打印报表。建立运行经济性日报表和统计报表。
- (8) 报警查询。系统设计主要参数出错辨识功能。

(9) 常数设定。分别为工厂参数、模型参数实施修正系数之用。

系统主要有如下特点：

(1) 根据机组设计及试验数据离线计算各参数的耗差影响系数，并拟合成与负荷的关系曲线，再根据在线参数变化情况动态计算参数耗差值。从而简化了计算模型、提高了系统的实时性和可靠性。

(2) 系统提供了可控参数耗差分析及一些机组辅机运行方式指导功能，有利于优化管理系统向性能诊断、在线运行指导的方向发展。

(3) 机组性能计算中采用了热值动态校正，提高了系统的实时性。

(4) 参数及性能基准值可以在线周期性修正，从而可实现性能优化管理工作的不断完善及提高。

(5) 系统可进行机组经济性统计及考核，从而便于机组优化运行管理。

## 4 总结

优化管理系统能及时反映各类调节操作所带来的机组经济性变化，及时检验调节操作是否正确合理，有利于及时调节各类参数的合理设定，帮助运行人员摸索出最佳运行操作方案。随着机组性能优化管理系统在我厂#1机组的应用，其先进性、经济性，正在逐步得以体现，如何更好的地使用该系统，充分发挥其作用，有待于进一步探索，只有在运行中不断总结经验、开发完善，才能使该系统发挥出最佳的经济效益。

文章作者： 王洪波 韩明 李天光

发表时间： 0000-00-00 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)